

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-331844  
 (43)Date of publication of application : 13.12.1996

(51)Int.Cl.

H02M 3/28

(21)Application number : 07-131473

(71)Applicant : YOKOGAWA ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 30.05.1995

(72)Inventor : INAO KIYOHARU

TAKADA KOJI

MATSUDA SHUICHI

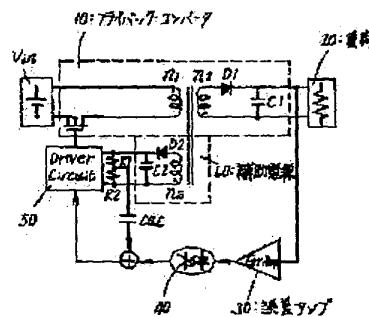
UCHIDA AKIRA

## (54) SWITCHING POWER SUPPLY

## (57)Abstract:

PURPOSE: To improve stability and transient response characteristic with stable oscillation as AC factors through a feed-back signal from an primary side of an auxiliary power supply, by superimposing a divided voltage of an output voltage in the auxiliary power supply circuit on an error voltage signal as a feed back signal from a secondary output voltage through a coupling capacitor.

CONSTITUTION: An output voltage signal divided by dividing resistors R1 and R2 from an auxiliary power supply circuit 60 is fed through a coupling capacitor Cac and superimposed as an AC factor on an error voltage signal fed from a photocoupler 40 to a dividing circuit 50. In a switching power supply with an stabilized output voltage, a DC factor is stabilized by a signal from a secondary circuit, and a decrease in a phase margin in the vicinity of a gain cross frequency caused by parasitic characteristics in the secondary circuit can be compensated. Then, stability in output voltage can be increased with good response characteristic in transient characteristics.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.03.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3011053

[Date of registration] 10.12.1999

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

(51) Int. C1. 6

H 0 2 M 3/28

識別記号

序内整理番号

F I

H 0 2 M 3/28

技術表示箇所

H  
X

審査請求 未請求 請求項の数 1

O L

(全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平7-131473

(71) 出願人 000006507

横河電機株式会社

東京都武蔵野市中町2丁目9番32号

(22) 出願日 平成7年(1995)5月30日

(72) 発明者 稲生 清春

東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電  
機株式会社内

(72) 発明者 高田 耕司

東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電  
機株式会社内

(72) 発明者 松田 修一

東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電  
機株式会社内

(74) 代理人 弁理士 渡辺 正康 (外1名)

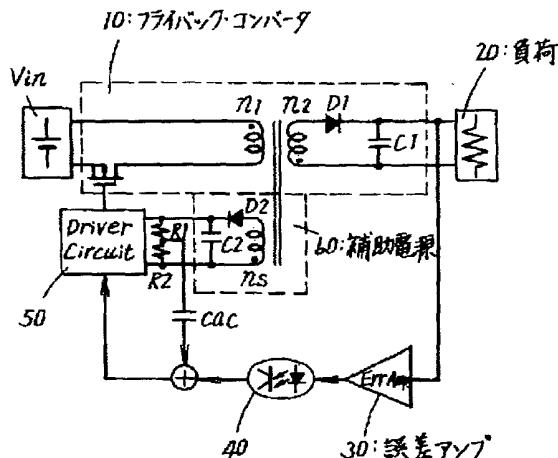
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】スイッチング電源装置

## (57) 【要約】

【目的】 出力コンデンサ、フォトカプラの寄生的な特性に左右されず、安定性と即応性の両立した制御性の得られるスイッチング電源装置を提供すること。

【構成】 一次巻線  $n_1$  に印加される直流入力電圧  $V_{in}$  をスイッチング素子  $Q$  によりオンオフし、二次巻線  $n_2$  に誘起されるスイッチング電流を整流平滑化して出力電圧  $V_{out}$  を負荷に供給するフライバックコンバータ 10 と、この出力電圧と基準電圧とを比較して誤差電圧を求める誤差アンプ 30 と、この誤差アンプの出力する誤差電圧信号を前記コンバータの一次側と二次側との間で絶縁する手段 40 と、この誤差電圧信号を小さくする方向のスイッチング制御信号を前記スイッチング素子に印加するドライブ回路 50 と、補助巻線  $n_s$  に誘起されるスイッチング電流を整流平滑化する補助電源回路 60 とを有するスイッチング電源装置において、前記補助電源回路の出力電圧を検出する手段  $R_1$ ,  $R_2$  と、この補助電源出力電圧検出手段で求めた信号を、前記ドライブ回路に送られる誤差電圧信号に交流的に重畠する結合手段  $C_{AC}$  とを設けている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】一次巻線( $n_1$ )に印加される直流入力電圧( $V_{in}$ )をスイッチング素子( $Q$ )によりオンオフし、二次巻線( $n_2$ )に誘起されるスイッチング電流を整流平滑化して出力電圧( $V_{out}$ )を負荷に供給すると共に、このスイッチング素子がオンしている期間に、これら一次巻線と二次巻線を有するトランス( $T$ )にエネルギーが蓄えられ、オフ期間に二次側にエネルギーが伝えられるフライバックコンバータ(10)と、

この出力電圧と基準電圧とを比較して誤差電圧を求める誤差アンプ(30)と、この誤差アンプの出力する誤差電圧信号を前記コンバータの一次側と二次側との間で絶縁する手段(40)と、

この絶縁手段を介して送られた誤差電圧信号を小さくする方向のスイッチング制御信号を前記スイッチング素子に印加するドライブ回路(50)と、

補助巻線( $n_3$ )に誘起されるスイッチング電流を整流平滑化してこのドライブ回路に動作用電力を送る補助電源回路(60)と、

を有するスイッチング電源装置において、前記補助電源回路の出力電圧を検出する手段( $R_1$ ,  $R_2$ )と、この補助電源出力電圧検出手段で求めた信号を、前記ドライブ回路に送られる誤差電圧信号に交流的に重畠する結合手段( $C_{ac}$ )と、を設けたことを特徴とするスイッチング電源装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明はDC-DCコンバータに用いられるスイッチング電源装置に掛り、特に即応性と安定性を両立させる場合の制御性の改良に関する。

## 【0002】

【従来の技術】スイッチング電源装置は、例えば本出願人の提案にかかる特開平4-109867号公報に開示されているように、入力電圧をフィードフォワード制御して、入力電圧を広い範囲で許容する技術が知られている。また、特開昭60-113662号公報では、過負荷や負荷急変等の過渡的な状態に対する制御性を改良する提案がなされている。

【0003】図4は、従来の二次側出力電圧帰還型のスイッチング電源の回路図である。図において、トランスには一次巻線 $n_1$ 、二次巻線 $n_2$ 及び補助巻線 $n_3$ が設けられている。入力電圧源10は、例えば商用の交流電源からの交流電流を整流平滑化して直流電圧 $V_{in}$ を生成するもので、一次巻線 $n_1$ に接続されていると共にトランジスタ等のスイッチング素子 $Q$ によりオンオフされている。すると二次巻線 $n_2$ にはスイッチング電圧信号が誘起されるので、ダイオードD1と出力コンデンサC1の整流平滑化回路によって直流化された出力電圧 $V_{out}$ が負荷20に供給される。ここでは、オンオフ方式若しく

はフライバックコンバータと呼ばれる形式を採用しているので、スイッチング素子 $Q$ がオンしている間にトランスTにエネルギーが蓄えられ、スイッチング素子 $Q$ がオフしている期間にはオン期間中に増加したトランスTの磁束を減少させている。

【0004】出力電圧の安定化は、次の構成により行われる。誤差アンプ30は出力電圧 $V_{out}$ と規準電圧とを比較して、この誤差電圧に比例するデューティー比の誤差信号を出力する。フォトカプラ40はスイッチング電源の一次側と二次側を絶縁するもので、ここでは誤差アンプ30の出力する誤差信号に対応するオンオフ信号に変換している。ドライブ回路50は、フォトカプラ40から送られたオンオフ信号を入力し、出力電圧 $V_{out}$ と規準電圧とが一致する方向のスイッチング制御信号をスイッチング素子 $Q$ に印加する。補助電源回路60はドライブ回路50の動作用電圧を発生するもので、補助巻線 $n_3$ に誘起されたスイッチング信号をダイオードD2とコンデンサC2の整流平滑化回路によって直流化して、補助電源電圧を発生する。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来の二次側出力電圧帰還型のスイッチング電源によると、周波数特性の数十kHzの領域において、位相遅れが増大して以下の課題を生ずる。

① 位相余裕が減少することにより発振が起きやすくなる。

② ①の為に、制御系のゲインを上げられず負荷変動に対する応答が遅くなる。

③ ①の為に、安定性に関し、出力コンデンサの寄生抵抗の温度変化の影響を受けやすい。

④ ①の為に、出力コンデンサに寄生抵抗の小さい高性能品を使用することが困難であり、出力フィルタの小型化が難しい。

⑤ ①～③の為に、制御系の設計に手間と時間がかかる。

なお、この位相遅れは主に絶縁の為のフォトカプラ40の位相遅れ、出力コンデンサC1の寄生抵抗等の二次側の寄生成分により生じている。

【0006】本発明はこのような課題を解決したもので、出力コンデンサ、フォトカプラの寄生的な特性に左右されず、安定性と即応性の両立した制御性の得られるスイッチング電源装置を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成する本発明は、一次巻線 $n_1$ に印加される直流入力電圧 $V_{in}$ をスイッチング素子 $Q$ によりオンオフし、二次巻線 $n_2$ に誘起されるスイッチング電流を整流平滑化して出力電圧 $V_{out}$ を負荷に供給すると共に、このスイッチング素子がオンしている期間に、これら一次巻線と二次巻線を有するトランスTにエネルギーが蓄えられ、オフ期間に二次

側にエネルギーが伝えられるフライバックコンバータ 10と、この出力電圧と基準電圧とを比較して誤差電圧を求める誤差アンプ 30と、この誤差アンプの出力する誤差電圧信号を前記コンバータの一次側と二次側との間で絶縁する手段 40と、この絶縁手段を介して送られた誤差電圧信号を小さくする方向のスイッチング制御信号を前記スイッチング素子に印加するドライブ回路 50と、補助巻線  $n_s$  に誘起されるスイッチング電流を整流平滑化してこのドライブ回路に動作用電力を送る補助電源回路 60とを有するスイッチング電源装置において、次の構成としたものである。

【0008】即ち、前記補助電源回路の出力電圧を検出する手段  $R_1, R_2$  と、この補助電源出力電圧検出手段で求めた信号を、前記ドライブ回路に送られる誤差電圧信号に交流的に重畠する結合手段  $C_{Ac}$  とを設けたことを特徴としている。

#### 【0009】

【作用】本発明の構成によれば、出力電圧の直流精度を、誤差アンプ並びにドライブ回路の二次側出力電圧帰還により得ている。補助電源出力電圧検出手段と結合手段  $C_{Ac}$  により、補助電源出力電圧に含まれるAC成分をドライブ回路に帰還することで、発振等に関する交流的な安定度を一次側の補助電源回路からの帰還信号により得ている。発振等の安定度は、制御理論によると、ゲイン交差周波数における位相余裕により定まるが、二次側回路の寄生抵抗等の影響を小さくするため、ゲイン交差周波数付近において一次側回路の特性が支配的になるようしている。

#### 【0010】

【実施例】以下図面を用いて、本発明を説明する。図 1 は本発明の一実施例を示すスイッチング電源装置の構成図である。尚、図 1 において前記図 4 と同一作用をするものには同一符号を付して説明を省略する。図において、分圧抵抗  $R_1, R_2$  は補助電源回路 60 の出力電圧を分圧するもので、補助電源回路 60 の出力電圧に比例する信号を発生する。結合コンデンサ  $C_{Ac}$  は分圧抵抗  $R_1, R_2$  から送られた出力電圧信号を、交流的にフォトカプラ 40 からドライブ回路 50 に送られる誤差電圧信号に交流的に重畠させている。なお、出力コンデンサ  $C_1$  には寄生抵抗の小さい高性能品を用いている。

【0011】このように構成された装置の動作を次に説明する。図 2 はスイッチング電源の開ループにおける周波数特性図で、(A) はゲイン [dB]、(B) は位相 [deg] を表している。図において、実線は図 1 に示す本発明の実施例、破線は図 4 に二次側出力電圧帰還型の特性図である。開ループ特性において、ゲイン交差周波数での位相が  $-180^\circ$  よりも遅れると、これを閉ループにした制御系は発振することが知られている。ここで、ゲイン交差周波数とはゲインが  $0 \text{ dB}$  となる周波数をいう。破線に示す従来例においては、ゲイン交差周波数  $f$

は  $6.5 \text{ kHz}$  であり、このときの位相  $-210^\circ$  は、 $-180^\circ$  に対する位相余裕  $\Delta \theta_s$  が  $-30^\circ$  と発振を示す値となっている。これに対して、実線にしめす本実施例においては、ゲイン交差周波数  $f_p$  は  $8.6 \text{ kHz}$  であり、このときの  $-180^\circ$  に対する位相余裕  $\Delta \theta_p$  が  $+14^\circ$  と発振のない安定域にあることが判る。

【0012】このようにゲイン交差周波数付近において位相余裕が改善されるのは、一次側の特性が支配的となることにより、二次側の寄生成分による位相遅れが改善

されるためである。若し、破線に示す従来例においては、ゲイン交差周波数  $f_s = 6.5 \text{ kHz}$  における位相余裕  $\Delta \theta_s$  を  $+0^\circ$  と発振が防止できる値とするには、ゲインを  $10 \text{ dB}$  程度低下させる必要があるが、すると負荷電流変動に対する出力電圧  $V_{out}$  の過渡応答特性が悪化することが予想される。本実施例によれば、ゲインを下げずとも発振は起こらず、過渡応答特性も良好となる。

【0013】図 3 は負荷電流変動に対する出力電圧の過渡応答特性の波形図で、(A) は出力電圧、(B) は負荷電流を表している。負荷電流は  $20 \text{ mA}$  每に  $0.75 \text{ A}$  と  $1.50 \text{ A}$  が交互に流れ。これに対して、出力電圧  $V_{out}$  は定格が  $5.00 \text{ V}$  であるところ、負荷電流の切替え毎に  $0.07 \text{ V}$  でパルス幅  $0.5 \text{ ms}$  程度の出力電圧変動が現れているが、直ちに整定しているので負荷  $20 \text{ A}$  への影響が軽微なことが了解される。

【0014】なお、上記実施例においては、一次側 AC 成分を結合コンデンサ  $C_{Ac}$  により帰還するに当たり補助電源回路 60 の信号を援用しているが、独立に補助巻線を設けたも差し支えない。また一次側 AC 成分の帰還にはコンデンサ  $C_{Ac}$  を用いているが、FET を用いたソースフォロワ回路、トランジスタを用いたエミッタフォロワ回路、OP アンプを用いたハイパスフィルタ回路、トランス結合回路等の他の交流的な結合回路を用いても差し支えない。

#### 【0015】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば出力電圧安定化にあたり直流成分を安定化するには二次側回路の信号を用いるスイッチング電源装置において、二次側回路の寄生特性によるゲイン交差周波数付近での位相余裕の低下を補償するために、補助電源回路 60 に現れる一次側 AC 成分を結合コンデンサ  $C_{Ac}$  により帰還して位相余裕を改善しているので、次のような効果がある。

【0016】① 出力電圧の安定性が増大し、過渡応答特性も良好となる。  
 ② 出力コンデンサ  $C_1$  の寄生抵抗は温度により変動するが、ゲイン交差周波数付近では一次側 AC 成分が支配的となるので、この温度変動の影響を受け難く、制御の分野で言われるロバスト性が向上する。  
 ③ 実施例のように出力コンデンサに固体電解質を用いた寄生抵抗の小さい高性能品を用いると、出力フィルタ

が小型化でき、スイッチング電源のコスト低減に寄与する。

④ 一次側からの検出信号で安定性を確保し、二次側からの検出信号で出力電圧の直流精度を確保しているので、一次側と二次側の設計の分離が可能となり、スイッチング電源の制御系の設計が容易になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例を示すスイッチング電源装置の回路図である。

【図2】 スイッチング電源の開ループにおける周波数特性図で

【図3】 負荷電流変動に対する出力電圧の過渡応答特

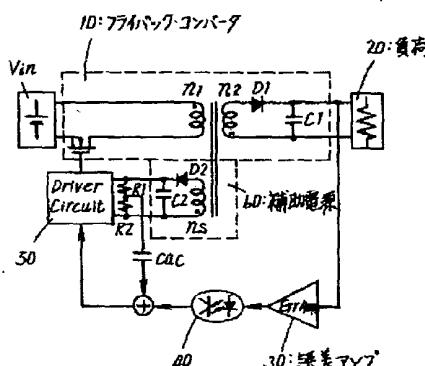
性の波形図である。

【図4】 従来の二次側出力電圧帰還型のスイッチング電源の回路図である。

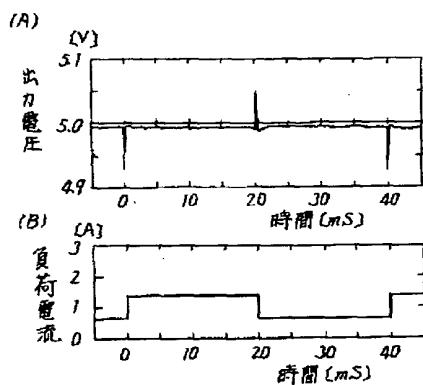
【符号の説明】

- 10: フライバックコンバータ
- 20: 負荷
- 30: 誤差アンプ
- 40: フォトカプラ
- 50: ドライバ回路
- 60: 補助電源
- C<sub>ac</sub>: 結合手段

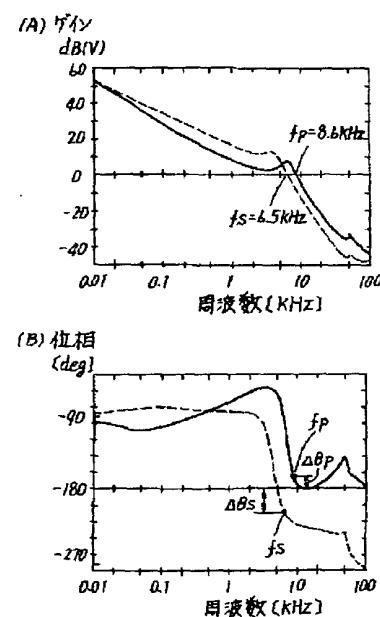
【図1】



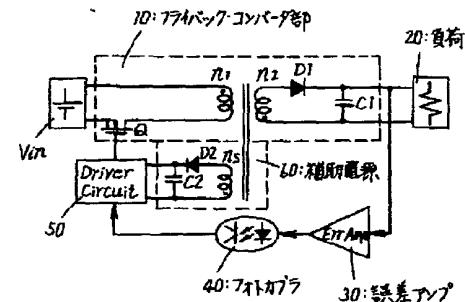
【図3】



【図2】



【図4】



フロントページの続き

(72) 発明者 内田 晓  
東京都武藏野市中町2丁目9番32号 横河  
電機株式会社内